

**Device for measuring forces acting on teeth, teeth models and/or implants
has sensors for detecting spatial force and/or torque components on teeth,
model tooth crowns, dentures, implants**

Patent number: DE10017119
Publication date: 2001-10-31
Inventor: FISCHER-BRANDIES HELGE (DE); ORTHUBER
WOLFGANG (DE); LUDWIG KLAUS (DE)
Applicant: FISCHER BRANDIES HELGE (DE); ORTHUBER
WOLFGANG (DE); LUDWIG KLAUS (DE)
Classification:
- **international:** A61C19/04
- **european:** A61C19/04; G09B23/28D
Application number: DE20001017119 20000406
Priority number(s): DE20001017119 20000406

Report a data error here

Abstract of DE10017119

The device has detectors (1) for detecting spatial force and/or torque components on teeth, model tooth crowns, dentures and/or implants in a suitable spatial arrangement, where the forces and/or torque components are caused by the action of forces and/or torques and/or dental constructions and/or occlusion movements. Each detector has 1 to 6 or more sensors (2) for measuring forces and/or torques in different directions. Independent claims are also included for the following: a method of measuring forces acting on teeth, teeth models and/or implants.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 17 119 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
A 61 C 19/04

⑳ Aktenzeichen: 100 17 119.2
㉔ Anmeldetag: 6. 4. 2000
㉕ Offenlegungstag: 31. 10. 2001

DE 100 17 119 A 1

㉑ **Anmelder:**

Fischer-Brandies, Helge, Prof.-Dr., 20251 Hamburg,
DE; Orthuber, Wolfgang, Dr., 24105 Kiel, DE;
Ludwig, Klaus, Prof.-Dr., 24105 Kiel, DE

㉒ **Erfinder:**

gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Apparatur und Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten**

⑤① Die Erfindung betrifft eine Apparatur und ein Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten, dadurch gekennzeichnet, dass Zähne, Modellzahnkronen, Zahnersatz und/oder Implantate in geeigneter räumlicher Anordnung mit Aufnehmern (1) zur Erfassung räumlicher Kraft- und/oder Drehmomentkomponenten infolge der Wirkung von Kräften und/oder Drehmomenten und/oder zahnmedizinischen Konstruktionen und/oder Occlusionsbewegungen verbunden sind. Hierdurch ist es möglich, das komplexe Kräftesystem am Gebiss vollständig zu erfassen und reproduzierbar zu quantifizieren.

DE 100 17 119 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Apparatur und ein zahnmedizinisches Verfahren zur computergestützten Messung der Kraft-Drehmomentbelastung von Zähnen und/oder (Zahn)Implantaten am Gebissmodell, die für alle Zähne und/oder Implantatpfeiler simultan erfolgen kann. Hierdurch wird anhand eines geometrisch realistischen, individualisierbaren Typodontenmodells das komplexe Kräftesystem am Gebiss vollständig erfasst und reproduzierbar quantifiziert.

[0002] Es ist bekannt, dass das Parodont Schaden nimmt, falls die auf die Zahnwurzel einwirkenden Kräfte ein bestimmtes Maß überschreiten. Es gibt viele mögliche Ursachen für solche Kräfte, beispielsweise kieferorthopädische Apparaturen, Frühkontakte, prothetische Restaurationen, Aufbissbehelfe, Habits etc.. Aus diesen Gründen gab es bereits Bemühungen zur Untersuchung der Kräftewirkung auf die Zähne.

[0003] Die tatsächlich wirkende Kraft ist von der individuellen Zahnbeweglichkeit abhängig, die Schwankungen unterworfen ist. So tritt nach Beginn der aktiven Phase einer kieferorthopädischen Behandlung regelmäßig eine Erhöhung der Zahnnachgiebigkeit ein, wodurch die durch Apparaturen applizierten Kräfte geringer werden. Auch ist klar, dass neben der Höhe auch die Einwirkungsdauer einer Kraft entscheidende Bedeutung für das Zustandekommen eines möglichen Traumas des Parodontiums hat. Darüber hinaus ist die individuelle Belastbarkeit des Zahnhalteapparates weiteren Schwankungen unterworfen, beispielsweise dem Alter und gesundheitlichen Zustand des Patienten. Bedenkt man dies alles, so wird klar, dass eine a priori Voraussage der exakten Belastung des Parodonts nicht möglich ist. Ebenso ist bekannt, dass Fehlbelastungen von Implantatpfeilern durch passungsgenaue oder unzuweckmäßige Konstruktionen zum Verlust des Implantatpfeilers führen können.

[0004] Unsere Erfindung stellt daher ein individualisierbares Verfahren dar, welches durch vergleichsweise einfach durchführbare aber dennoch möglichst genauen in vitro Messungen eine gute Abschätzung der zu erwartenden Belastung erlaubt.

[0005] Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabenstellung liegt in einem zahnmedizinischen Verfahren zur computergestützten Messung der Kraft-Drehmomentbelastung von Zähnen und/oder (Zahn)Implantaten, gekennzeichnet durch eine räumliche Anordnung von Modellzahnkronen und/oder Zahnersatz, welche über geeignete Verbindungsglieder mit Kraft-Drehmomentsensoren verbunden sind, wobei die Sensoren über eine Datenleitung mit einer Schnittstelle zu einem Computers verbunden sind. Hierbei können die Form und Anordnung der Modellzahnkronen und des Zahnersatzes weitgehend der individuellen Form und Anordnung der Zahnkronen und/oder des Zahnersatzes eines Patienten entsprechen. Eine geeignete Sockelung und Verbindungsstruktur kann außerdem sicherstellen, dass die Anordnung der Kraftsensoren weitgehend der individuellen Anordnung der Zahnwurzeln oder Implantatpfeiler eines Patienten entspricht. Die Erfassung der Kraft-Drehmomentvektoren je Zahn oder Implantatpfeiler erfolgt in sämtlichen räumlichen Freiheitsgraden, also je drei für Kraft- und Drehmoment. Um verschiedene, auch geringe Ausprägungen der Zahnbeweglichkeit zu imitieren, ist hierbei empfehlenswert, weitgehend starre Kraft-Drehmomentsensoren zu wählen, beispielsweise Sensoren auf piezokeramischer Basis. Variierbare Verbindungsglieder zwischen den Sensoren und den Zahnkronenmodellen können entsprechend der natürlichen Zahnbeweglichkeit mehr oder

weniger resilient sein. Bei geeigneter Anordnung entspricht die Gesamtheit der Modellzähne einem Modell des Gebisses des Patienten. Eine komplexe, gegebenenfalls aufgefächerte Kräfteinwirkung auf dieses Modell hat die Entstehung elektrischer Signale an den Sensoren zur Folge, die verstärkt und simultan oder (getaktet) quasi simultan im Computer digitalisiert werden können. Aus den erfassten Zahlenwerten können dann unter Verwendung von Eich Tabellen mithilfe einer geeigneten Software in räumliche Kraft-Drehmomentvektoren je Sensor bzw. Zahn bzw. Implantatpfeiler errechnet werden und somit das komplexe auf das Gebiss einwirkende Kräftesystem genau beschrieben und quantifiziert werden. Die so ermittelten Werte können nach einem angemessenen Erfahrungszeitraum zur Abschätzung der Belastung des Parodontiums herangezogen werden.

[0006] Die Abbildungen zeigen schematisch einige Ausführungsformen der Erfindung.

[0007] Fig. 1: Schematische beispielhafte Darstellung der Anordnung von Modellzahn (9), Anschlusselement (6), Verbindungsglied (4), Kraftsensor (1), Bodenplatte (5) und Modellssockel (10)

[0008] Fig. 2: Schematische Darstellung (Aufsicht) einer Anordnung von 16 Einzelzähnen auf Sensoren (1) in einem gemeinsamen Sockel (10).

[0009] Fig. 3: Prinzipskizze einer möglichen nachgeschalteten elektrischen Auswerteeinheit mit 6 Ladungsverstärkern (11) für die 6 Komponenten des Kraft-Drehmomentvektors mit folgendem Multiplexer sowie AD-Wandler und PC.

[0010] Fig. 4 Beispielskizze zum Einsatz der Kräftesensoren (1) zur Ermittlung der Belastung von Implantatpfeilern als tragende Elemente einer prothetischen Konstruktion (9).

[0011] Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Aufbau des Kraft-Drehmomentaufnehmers. Die darin integrierten 6 Kraft-Drehmomentkomponentensensoren ermöglichen die gleichzeitige Erfassung aller drei räumlichen Komponenten von Kraft und Drehmoment. Oben befindet sich das gegebenenfalls resiliente Verbindungsglied (4) des Sensors, welche über ein geeignetes Anschlusselement (6) mit einem Zahnmodell (9) verbunden ist. Die Unterseite ist über ein starres Verbindungsglied (5) und Anschlusselement (7) im Sockel (10) befestigt, der aus selbsthärtendem Material, beispielsweise Gips bestehen kann. Der Kraft-Drehmomentaufnehmer arbeitet auf piezokeramischer Basis, so dass die gesamte Anordnung, abgesehen vom gegebenenfalls resilienten oberen Verbindungsglied starr ist.

[0012] Die im Kraftaufnehmer (1) vereinigten Kraft-Drehmomentkomponentensensoren (2) erzeugen in Abhängigkeit von den applizierten Kräften bzw. Drehmomenten Spannungen, die nach Verstärkung digitalisiert werden und dann der rechnerischen Auswertung zur Verfügung stehen.

[0013] In einem ersten Ausführung kann das Verbindungsglied (4) und Anschlusselement (6) starr sein, beispielsweise eine Metallplatte und ein rotationsgesicherter Retentionsstift in Sechskantform, der in Anlehnung an übliche Pin-Techniken bei der Herstellung von Sägeschnittmodellen im Gips-Modellzahn verankert ist. Dieser Stift wird in das obere Verbindungsglied (4) des Sensors eingesteckt und mit einer Arretierschraube (8) fixiert. Nun wird durch Applikation definierter Kräfte und Drehmomente eine Eichung des Sensors vorgenommen, die in Form einer sensor-spezifischen Datei im Rechner gespeichert wird. Durch wiederholte Applikation definierter Kräfte lassen sich außerdem Genauigkeitsaussagen über den Sensor machen. Damit ist eine Erfassung des räumlichen Kraft-Drehmomentvektors bezogen auf relativ zum Sensor definiertes Koordinatensystem möglich, beispielsweise mit Zentrum im Mittelpunkt der Unterseite des Verbindungsgliedes (4). Durch Koordina-

tentransformation läßt sich daraus auch der Kraft-Drehmomentvektor bezogen auf einen beliebigen Punkt relativ zum Sensor errechnen, beispielsweise bezogen auf ein zahnspezifisches Koordinatensystem mit Zentrum im geschätzten Schwerpunkt der Zahnwurzel oder eines Zahnimplantats.

[0014] Fig. 2 zeigt schematisch ein Mehrzahnmodell in Aufsicht. Hierbei sind mehrere Sensoren (1) gemäß Fig. 1 entsprechend der Gebissform eines Patienten angeordnet. Die Herstellung des Mehrzahnmodells erfolgt aufgrund der gestellten Anforderungen individuell, aber nach einem festgelegten, rationellen Schema: Erster Schritt ist die Abformung am Patienten und die Erstellung üblicher Gipsmodelle. Zusätzlich wird ein Zahnkranz mit einem Hartgips Typ IV ausgegossen und wie bei der Herstellung von Sägeschnittmodellen getrimmt. In den ungesägten Kranz werden an der Basis in jeden Zahn Löcher zur Aufnahme der Anschlusselemente (6), die beispielsweise rotationsgesicherte Retentionsstifte sein können, parallel gebohrt und in diese die Anschlusselemente zementiert. Anschließend werden die Kraftsensoren (1) aufgesteckt und mit der Schraube (8) fixiert. Es erfolgt der Gegenguß zur Fixierung aller Sensoren in einem gemeinsamen Sockel (10) mit einem niedrig expandierenden Stonegips. Der Zahnkranz kann nun abgenommen und in die Einzelstümpfe (13) zersägt werden. Die Stümpfe können nun einzeln auf die Sensoren reponiert werden. Hierbei entspricht deren räumliche Stellung der Mundsituation, wie in Fig. 4 skizziert.

[0015] Werden nun Kräfte auf die Zähne bzw. prothetischen Konstruktionen (9) ausgeübt, so treten an den Kraftsensoren analoge Spannungen auf, die verstärkt und digitalisiert werden müssen (Fig. 3). Eine simultane Erfassung dieser großen Menge von Messsignalen ist aufwendig. Da hier nur quasistatische Kräfte erfasst werden, bietet sich zur Vereinfachung die Verarbeitung über einen Multiplexer und eine entsprechende Software an (Fig. 3), da im schnellgetakteten Umschaltbetrieb die quasi simultane Erfassung aller Signale ermöglicht wird. Es folgt die Eichung eines jeden Sensors und Erstellung sensorspezifischer Eichtabellen. So können die Messsignale mehrerer Sensoren parallel oder quasi parallel ausgewertet und unter Zuhilfenahme der Eichtabellen zur Errechnung der auf die Sensoren einwirkenden Kraft-Drehmomentvektoren verwendet werden. Damit steht einer geeigneten Auswertungssoftware das vollständige auf das Gebiss einwirkende Kräftesystem zur Verfügung. Hieraus lassen sich unter anderem Rückschlüsse auf die Belastung des Parodonts und/oder des Kieferknochens machen. Die Ergebnisse können graphisch dargestellt werden oder auch in lesbarer Form auf Datei ausgegeben werden, was die weitere Verwertung mithilfe gängiger Statistikprogramme ermöglicht.

[0016] Da die Sensoren weitgehend starr sind, ist es möglich, verschiedene Ausprägungen und Arten von Zahnbeweglichkeit durch geeignete Gestaltung des Anschlusselementes (6) simulieren, wobei das Zahnmodell (9) nur im Anschlusselement (6) fixiert sein muss, d. h. der Modellgips das Verbindungsglied (4) nicht berührt. Beispielsweise ist es möglich, als Anschlusselement einen vierkantigen Stift zu verwenden, der kronenwärts mit einer geriffelten Schicht aus elastischem Material, wie etwa Silikon überzogen ist. Dicke und Art des Materials entscheiden über die Beweglichkeit. Damit ist eine Anpassung der Zahnbeweglichkeit an diejenige des Patienten in rationeller und dennoch individueller Art und Weise möglich. Zur Messung der Zahnbeweglichkeit bietet sich das Periotest Gerät an: Es ermöglicht eine rasche Quantifizierung der Dämpfungseigenschaften des künstlichen Parodontes, die gut mit der Zahnbeweglichkeit korrelieren. Durch geeignete Versuchsreihen mit verschiedenen Ausführungen des Resilienzgliedes können ta-

bellierbare Erfahrungswerte gewonnen werden. Diese können später eine Leitlinie zur richtigen Wahl des Resilienzgliedes bei gegebener Zahnbeweglichkeit sein.

[0017] Es bietet sich auch an, den Kräftetypodonten in einen individualisierbaren Artikulator einzubauen. Nach einem solchen Einbau ist die Registrierung der Kräfte an der Zahnwurzel bei Simulation "tatsächlicher" Zahnbewegung möglich. Dies ermöglicht eine detaillierte Quantifizierung des Kraftmusters bei Gebissen von gesunden Patienten sowie von solchen, welche unter Kiefergelenkbeschwerden, Zahnfehlstellungen und sonstigen Krankheiten des stomatognathen Systems leiden. Hieraus können Rückschlüsse darauf gezogen werden, welche Arten von Belastung physiologisch, welche unphysiologisch sind. Hierdurch können auch physiologische bzw. unphysiologische Kräfte bei verschiedenen Arten prothetischer Versorgung bei natürlicher Be-zahnung ermittelt werden sowie die Kräfteverteilung bei Suprastrukturen auf Implantatpfählen. Der Einfluss primärer und sekundärer Verblockung auf die Implantatbelastung läßt sich quantifizieren, ebenso können Implantatfehlbelastung bei Passungenauigkeiten der Suprakonstruktion aufgefunden gemacht werden. In ähnlicher Weise ist nach Einbau in einen Kausimulator bei definierter Belastung und Bahnbe-wegung die Erfassung von Kraftverteilungsmuster unter Anwendung unterschiedlicher Konstruktionen sowohl auf natürlicher Be-zahnung als auch auf Implantaten durchführbar.

Patentansprüche

1. Apparatur und Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten, **dadurch gekennzeichnet**, dass Zähne, Modellzahnkronen, Zahnersatz und/oder Implantate in geeigneter räumlicher Anordnung mit Aufnehmern (1) zur Erfassung räumlicher Kraft- und/oder Drehmomentkomponenten infolge der Wirkung von Kräften und/oder Drehmomenten und/oder zahnmedizinischen Konstruktionen und/oder Occlusionsbewegungen verbunden sind.
2. Apparatur zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Aufnehmer (1) 1 bis 6 oder mehr Sensoren (2) zur Messung unterschiedlich gerichteter Kräfte und/oder Drehmomente enthält.
3. Apparatur und Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren (2) bevorzugt weitgehend starr miteinander in einem Gehäuse (3) bevorzugt etwa zylindrischer, ovaler oder eckiger Form bei geeigneten Außenabmessungen bevorzugt kleiner Bauweise verbunden sind und piezoelektrisch, und/oder induktiv und/oder optisch und/oder über Dehnungsmessstreifen Ausgangssignale erzeugen.
4. Apparatur zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 2 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnehmer (1) bevorzugt endständig Verbindungsglieder (4, 5) aufweist, in die ein- oder mehrfach verwendbare Anschlusselemente (6, 7) rotationsgesichert durch bevorzugt eckige, ovale, mehrteilige Gestaltung und/oder mit Feststellelementen oder -schrauben (8) fixiert eingebracht sind.
5. Apparatur zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Auf-

nehmer (1) über das Anschlusselement (6) starr oder elastisch beweglich mit Zähnen (9), Zahnmodellkronen (9), Zahnersatzkonstruktionen (9) oder Implantataufbauten (9) verbunden ist.

6. Apparatur zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass 1 oder mehrere Aufnehmer in räumlicher Anordnung bevorzugt des natürlichen Zahnbogens in einem gemeinsamen Sockel (10) starr oder elastisch beweglich bevorzugt über das Anschlusselement (7) angeordnet sind.

7. Apparatur zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung der individuellen Form der Bezahnung und/oder der Implantatversorgung eines Patienten oder Probanden entspricht oder nahekommt.

8. Apparatur zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoren (2) der Aufnehmer (1) mit geeigneten Verstärkerelementen (11) mit oder ohne Anzeige der Einzelkraft- oder Momentwerte verbunden sind.

9. Apparatur zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgänge der Verstärkerelemente (11) mit einer simultan oder zeitversetzt abtastenden Auswerteelektronik mit oder ohne Rechnerunterstützung verbunden sind.

10. Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Aufnehmer (1) nach Anspruch 1 bis 9 in einem Zahnbogen nach theoretischen oder patientenbezogenen Gesichtspunkten gemäss der Zahn- und/oder Implantatstellung individuell montiert werden.

11. Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 10 dadurch gekennzeichnet, dass der Abdruck eines Patienten mit einem selbst- und/oder licht- und/oder wärmehärtenden und/oder thermoplastischen Material und/oder einem niedrigschmelzendem Metall ausgegossen wird, in die Basis des erzeugten Zahnmodellkranzes etwa im Zentrum eines jeden Zahnes und/oder Implantataufbaues ein Hohlraum (12) eingebracht wird, in diesem Hohlraum das Anschlusselement (6) des Aufnehmers (1) durch Klebung und/oder Zementierung oder sonstige Verfahren unter angestrebter Parallelisierung bei mehreren Aufnehmern rotationsgesichert befestigt wird oder das Anschlusselement (6) vor Erhärtung des Zahnkranzmaterials in diesen eingebracht wird, der/die Aufnehmer rotationsgesichert mit dem Anschlusselement (6) an dem/den Verbindungsgliedern (4) befestigt werden, die Anschlusselemente (7) an den Verbindungsgliedern (5) rotationsgesichert befestigt werden, der/die Anschlusselemente (7) rotationsgesichert in einem gemeinsamen Sockel (10) befestigt werden oder in gemeinsamer Anordnung in eine selbst-, licht-, wärmehärtende und/oder thermoplastische Masse oder niedrigschmelzendes flüssiges Metall so eingebracht werden, dass nach Erhärtung der Masse die Aufnehmer in einem gemeinsamen Sockel (10) fixiert sind und die Zähne (9) und/oder Zahnmodellstümpfe (9) und/oder Elemente des Zahnkranzes (9) einzeln und/oder segmentweise approximal bevorzugt durch Schnitte (13) separiert werden.

12. Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach An-

spruch 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass kieferorthopädische Apparaturen und/oder Bänder und/oder Zahnersatzkonstruktionen auf die separierten Zähne und/oder Stümpfe und/oder Kranzsegmente aufgesetzt werden und die hierdurch ausgeübten statischen Kräfte nach Richtung, Grösse und Momenten mit den Aufnehmern erfasst werden.

13. Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass Implantatversorgungen auf die Aufnehmer (1) aufgesetzt werden und die hierdurch ausgeübten statischen Kräfte nach Richtung, Grösse und Momenten mit den Aufnehmern erfasst werden.

14. Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich nach Richtung und Grösse vorgegebene Fremdkräfte und/oder Drehmomente auf die Apparaturen oder Zahn- und/oder Implantatversorgungen eingebracht werden und deren Einfluss auf die räumliche Kraftverteilung an den Aufnehmern (1) gemessen wird.

15. Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung nach Anspruch 11 und 12 in einen Artikulator oder Kausimulator eingebacht wird und durch einzelne Antagonisten oder teil- oder vollbezahnte Gegenkiefermodelle Kieferrelationsbewegungen unter Okklusion durchgeführt werden und die resultierende Kraftwirkung auf die Aufnehmer (1) gemessen wird.

16. Verfahren zur Messung der Kraftwirkung an Zähnen, Zahnmodellen und/oder Implantaten nach Anspruch 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass durch Umrechnung der mit den Aufnehmern gemessenen Kraftkomponenten die auf eine Zahnwurzel und/oder ein Implantat wirkenden Kräfte oder Momente bestimmt werden sowie einer weiteren Auswertung zur Verfügung gestellt werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

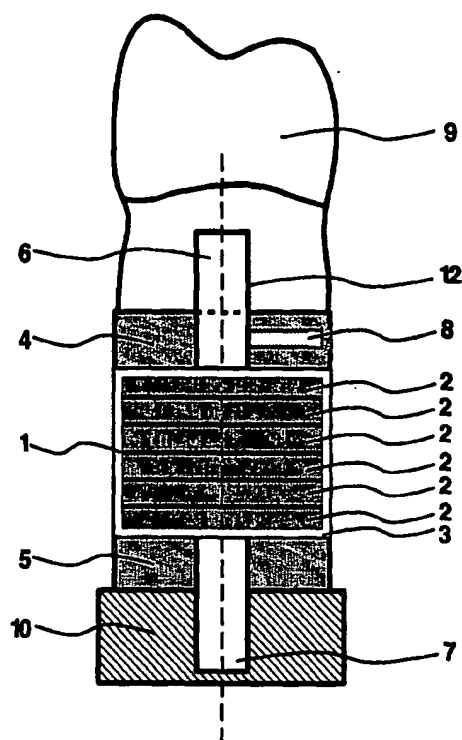


Fig. 1

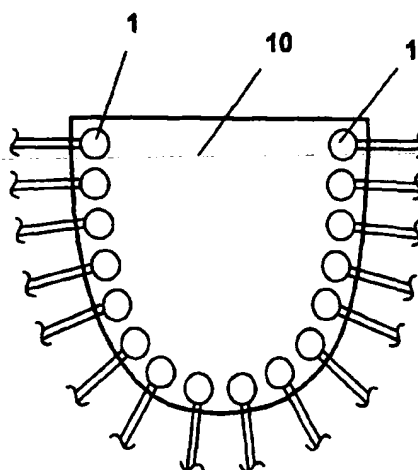


Fig. 2

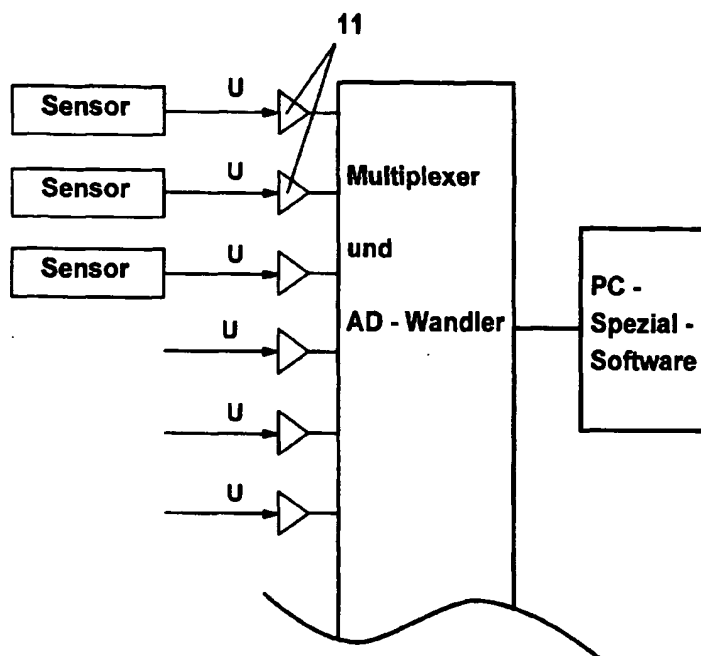


Fig. 3

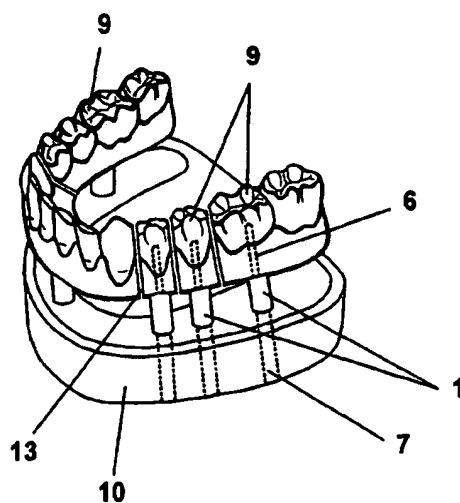


Fig. 4